

ERÓZIOU SPUSTNUTÉ PÔDY V KRAJINE SLOVENSKA

RUDOLF MIDRIAK *

Rudolf Midriak: Waste lands in Slovakia's landscape caused by erosion. *Geomorphologia Slovaca et Bohemica* 10, 2010, 2, 3 figs., 2 tabs., 54 refs.

The paper draws attention to the erosion and other manifestations of physical destruction of the land. A more detailed analysis the erosion vulnerability of soil and surface by both water and wind erosion in Slovakia is prepared. The author presents actual data for water and wind erosion in Slovakia, as well as sliding and cryogenic destruction of the land. The focus of the paper is an information on waste lands of Slovakia in lowland to highland landscapes (area of the waste lands is about 70,705 ha) and in the high-mountain country - in the Subalpine and Alpine stage (4,800 ha of waste lands). Downloading genesis causes, extent and occurrence of the waste lands in Slovakia, sorting them according to the geological substrate, as well as secular intensity of erosion processes on these surfaces (in lowland to highland landscape to average 1.6 to 32 mm, in the high-mountain landscape up to 42 mm of soil loss annually). The contribution is concluded by prognosis erosion processes and the waste lands in Slovakia in relation to climate change.

Key words: soil erosion, waste lands, landscape, Slovak Republic

ÚVOD

Urýchlená erózia pôdy je dlhodobou závažným celosvetovým problémom, prinajmenšom odvtedy, čo človek začal kultivovať Zem, krajinu, obrábať a využívať poľnohospodársku pôdu. Prístup k jej ponímaniu a metódam hodnotenia je však doteraz (a možno, čím ďalej, tým viac) nejednotný, pohľady geológov, geomorfológov, pedológov, poľnohospodárov, lesníkov, vodohospodárov, environmentalistov, ekológov a národohospodárov sú značne diferencované, v ojedinelých prípadoch možno úplne odlišné (BENNETT 1939, HUDSON 1981, ZACHAR 1982, MIDRIAK 1983, FULAJTÁR a JANSKÝ 2001, VILČEK et al. 2005 a iné). V zásade by sa mali otázky erózie riešiť holisticky, z krajinnno-ekologického hľadiska, lebo v konečnom dôsledku so zväčšovaním jej intenzity ide o proces pustnutia krajiny.

ERÓZIA PÔDY A INÉ PREJAVY
FYZIKÁLNEJ DEŠTRUKCIE PÔDY

Eróziu vo všeobecnosti chápeme ako *deštrukciu* (rozrušovanie, vymieľanie, drobenie ap. až po denudáciu) povrchu - pôdy, zvetralinového plášťa, prípadne hornín. Niekedy k nej priradíme aj *premiestňovanie*, *odnášanie* (transport) častiek, resp. látok z pôvodne deštruovanej hmoty pôsobením gravitácie a povrchovou činnosťou vody, vetra, ľadu, snehu a i. činiteľov, vystupujúcich v reliéfotvorných procesoch. Prakticky ide o *mechanický proces*

(šťasti možno s výnimkou krasovatenia – rozpúšťania krasových hornín vodou, čo je už *chemickým procesom*, *koróziou* - SWEETING 1972, WHITTOW 1984 a i.).

Atribútom modelácie reliéfu exogénnymi činiteľmi je rovnako erózia, transport a akumulácia. Tieto tri fázy každého modelačného procesu môžu byť viac, alebo menej zreteľné pri jednotlivých exogénnych reliéfotvorných procesoch, pričom im zodpovedajú aj samostatné geomorfologické (krajinné) formy (výnimočne postavenie v tomto smere majú transportné procesy – LEHOTSKÝ a GREŠKOVÁ 2003). V zmysle nutnosti zredukovania týchto procesov na tie, ktoré sa v našich prírodných podmienkach podieľajú na erózii pôdy, resp. na fyzikálnej (mechanickej) deštrukcii pôdneho plášťa, je potrebné beztak uvažovať (bez ohľadu na systematické triedenie) *vodnú eróziu*, *veternú eróziu*, *snehovú eróziu*, *zoogénnu eróziu* (najmä pasúciami sa domácimi zvieratami a i.), *zosúvanie*, *zliezanie*, *kryogénnu deštrukciu* (ako pipkraková exfoliácia mačinovej pokrývky, alebo aj obnaženej pôdy - MIDRIAK 1983, STANKOVIANSKY 1983), *solliflukciu*, *antropogénnu eróziu* (napr. oraním - aračná erózia, tvorbou ciest ap. - ARMAND 1956, ZACHAR 1970) a iné procesy.

S terminológiou na súhrnné označovanie vopred spomínaných procesov, resp. ich foriem sa vynára aj ďalší problém. Niektorí pôdozvedci, ale aj fyzickí geografi a iní odborníci označujú procesy zhoršovania pôdných vlastností vplyvom pôsobenia rozličných činiteľov, (teda

* Ústav vedy a výskumu – Inštitút výskumu krajiny a regiónov, Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici, Cesta na amfiteáter 1, 964 01 Banská Bystrica, Slovenská republika, e-mail: r.midriak@seznam.cz

aj erózie), ako *degradácia pôdy*. Takýmto termínom sa označuje (a to aj podľa niektorých slovníkov – ČABART et al. 1959, PROCHÁZKA et al. 1962, CLARK 1990, IVANOVÁ-ŠALINGOVÁ a MANÍKOVÁ 1990) postupné narušenie pôdných vlastností vedúce k poklesu alebo i zániku pôdnej úrodnosti (HRAŠKO a BEDRNA 1988). Toto označenie, prevažujúce v našej poľnohospodársko - pedologickej literatúre, si možno vysvetliť o. i. aj tým, že pedológovia pri monitorovaní erózie poľnohospodárskych pôd (STYK 2002) sledujú ako prejav erózie prioritne zmenu niektorých vlastností pôdy (zrnitosť, obsah humusu, reakcia pôdneho roztoku pH, obsah prijateľného P). Hoci ide o významné ukazovatele, ktorých dôsledkom môže byť až zmena genetického typu, resp. subtypu pôdy, najpodstatnejší efekt erózie - *strata pôdy* - pri takomto posudzovaní a klasifikácii uniká. Inými slovami: chýba tu základná *kvantifikácia procesu*, lebo zhoršené vlastnosti pôdy (a to aj vplyvom erózie - *kvalitatívna stránka*) je v silách človeka upraviť, napr. hnojením, zatiaľ čo nahradiť stratenú pôdu vo väčšom rozsahu nevieme.

Z toho o. i. vyplýva aj to, že pri degradácii pôdy hrajú azda ešte väčšiu úlohu než erózia a iné fyzikálne prejavy zhoršenia pôdneho prostredia, procesy chemické - najmä *rozpušťačie procesy* (WHITTOW 1984). Naproti tomu možno navrhnúť (čo autor už vo viacerých prácach dávnejšie urobil - napr. MIDRIAK 1967), aby sa na označovanie dôsledkov vodnej erózie pôdy a niektorých ďalších prejavov *fyzikálnej deštrukcie pôdy* (HRAŠKO a BEDRNA 1988) používal výraz *devastácia pôdy*. Ide o ničenie, pustošenie prirodzených hodnôt krajiny. Tento výraz najlepšie vystihuje aj predstavu *spustnutých pôd*, ako „vrcholného“ prejavu erózie pôdy v krajine, má v sebe určite širší základ, vytvárajúci aj predstavu o vyerodovanej a stratenej pôde, pričom ide o termín, ktorý je imanentný pre krajinnú ekologickú hodnotenie fyzicko-geografickej, ako aj socio-ekonomickej súčasti krajiny, resp. zjednodušene len krajiny. Navyše aj tento výraz uznávajú, resp. vysvetľujú viaceré slovníky (SITENSKÝ et al. 1905, WHITTOW 1984, IVANOVÁ-ŠALINGOVÁ a MANÍKOVÁ 1990) a kompendiá o pôde (JŮVA et al. 1975) i autori prác o erodológii (ZACHAR 1970, MIDRIAK 1983, FULAJTAR a JANSKÝ 2001 a iní).

K uvedenému významovému rozdeleniu obidvoch výrazov - *degradácia a devastácia pôdy* - vo vzťahu k ich najvýstižnejšiemu používaniu poznamenávame, že sme sa tomuto procesu detailnejšie venovali diskusiami vo vedeckých a odborných kruhoch o. i. už v orgánoch *Československé akademie zemědělských věd* v 60 a 70 – tých rokoch minulého storočia

(na pôde *Odboru využitia, zveľaďovania a ochrany pôdy* ako aj *Odboru životného prostredia – Komisia na ochranu a tvorbu krajiny*). Najnovšie uznáva rozdiely medzi *degradáciou pôdy, eróziou pôdy, zhutnením pôdy* z hľadiska osobitosti ochrany pôdy aj Zákon č. 220/2004 o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy.

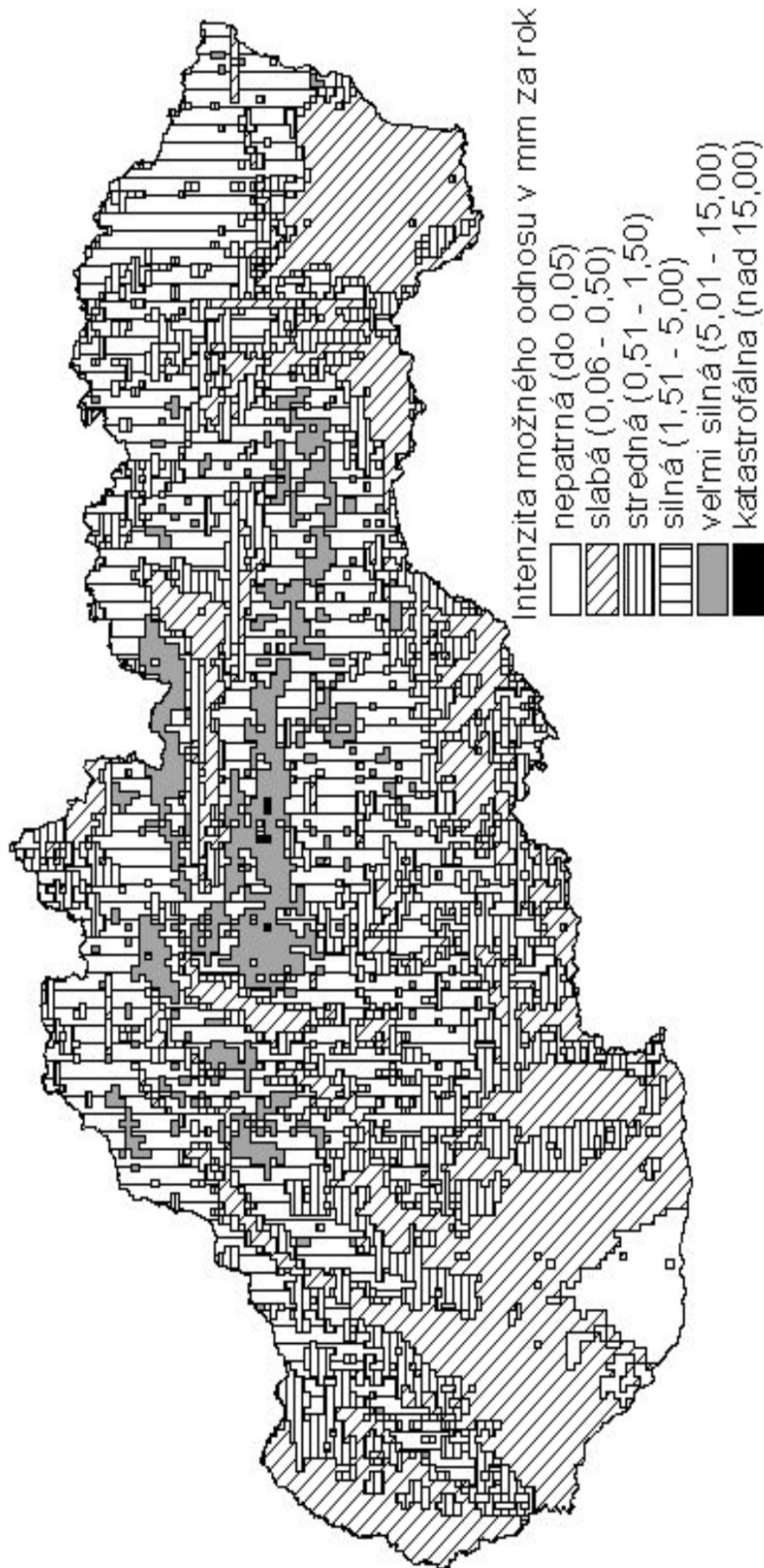
ERÓZNA OHROZENOSŤ PÔDY A POVRCHU NA SLOVENSKU

Nejestvuje prirodzený pôdny povrch, ktorý by nebol ohrozený vodnou eróziou (takým je teda aj pôda v lese a poľnohospodárska – orná – pôda na rovine, ktoré sa občas v niektorých publikáciách z kategórie eróziou ohrozených pôd neprávom „vynímajú“). Vodná (aj veterná) erózia je však doménou poľnohospodárskych (predovšetkým orných) pôd. Ohrozenie územia eróziou vyjadrujeme intenzitou potenciálnych pôdných strát (teda *erodovateľnosťou* pôdy).

ERÓZNE OHROZENIE VPLYVOM POVRCHOVO TEČÚCICH VŮD (VODNÁ ERÓZIA)

Na vyjadrenie tohto ohrozenia jestvuje viacero tzv. univerzálnych rovníc pôdných strát. Výsledkom ich výpočtov je zistenie intenzity potenciálnej (možnej) erózie pôdy. Ide o takú eróziu, ku ktorej by došlo len pôsobením prírodných činiteľov na povrchu pôd nechránenom lesným porastom ani žiadnou protierózne účinnou vegetačnou pokrývkou, pričom by tam neboli vybudované ani žiadne protierózne opatrenia. My sme na vyjadrenie takéhoto ohrozenia aplikovali Frewertovu rovnicu v Zdražilovej a Stehlíkovej (STEHLÍK 1970), ako aj vlastnej (MIDRIAK 1977 a 2002) modifikácii, pričom intenzitu možných strát a stupeň erózneho ohrozenia sme klasifikovali podľa upravenej ZACHAROVEJ (1982) stupnice (ŠALY a MIDRIAK 1995). Kartograficky sme erózne ohrozenie zobrazili na **obr. 1**, číselne v **tab. 1**.

Podľa našich výsledkov je erózne ohrozenie pôdy v poľnohospodárskej krajine prevažne *slabé*, v lesnej krajine prevažne *silné*. Priemerná intenzita možného odnosu pôdy (spolu poľnohospodárskej a lesnej) v SR je 2,30 mm.rok⁻¹ (23 m³.ha⁻¹.r⁻¹). Vodnou eróziou stredne, silno a extrémne ohrozené poľnohospodárske pôdy na Slovensku majú rozlohu 1 359 tis. ha, t. j. 55,6 % poľnohospodárskeho pôdneho fondu - PPF (BIELEK et al. 2000). Stredne, silno, veľmi silno až katastrofálne ohrozené lesné pôdy zaberajú až 97,1 % lesného pôdneho fondu - LPF (MIDRIAK 1977).



Obr. 1 Erózna ohrozenosť povrchu Slovenska vplyvom tečúcej vody (MIDRIAK 2002)

Erózne ohrozenie (stupeň)	Intenzita potenciálnej erózie (odnosu) pôdy	Poľnohospodárska krajina		Lesná krajina		Spolu	
		tis. ha	%	tis. ha	%	tis. ha	%
	mm. rok ⁻¹						
1. nepatrné	do 0,05	107	3,4	3	0,0	110	2,2
2. slabé	0,06 – 0,50	1296	41,7	117	6,6	1413	28,9
3. stredné	0,51 – 1,50	823	26,5	333	18,7	1156	23,6
4. silné	1,51 – 5,00	783	25,2	1075	60,3	1858	38,0
5. veľmi silné	5,01 – 15,00	100	3,2	255	14,4	355	7,3
6. katastrofálne	nad 15,00	1	0,0	1	0,0	2	0,0
Priemer / spolu	2,30	3110	63,5	1784	36,5	4894	100,0

Tab. 1 Erózne ohrozenie pôdy podľa typu krajiny Slovenska vplyvom povrchovo tečúcej vody (potenciálna vodná erózia – podľa planimetrickej analýzy obr. 1)

ERÓZNE OHROZENIE POĽNOHOSPODÁRSKEJ PÔDY VETERNOU ERÓZIOU

Podľa zrnitostného zloženia pôdy a vetrových pomerov je veternou eróziou na Slovensku ohrozených spolu 1 968 tis. ha poľnohospodárskej pôdy, t. j. 80,6 % PPF (Stred'anský a Pariláková in JAMBOR 2002)

Podľa LINKEŠA et al. (1997) je veternou eróziou stredne a silno ohrozené 5 % a 2 %, teda 7 % PPF, podľa JAMBORA a ILAVSKEJ (1998) je ohrozené stredne 4,8 %, silne 0,4 % a extrémne 1,3 % (spolu teda 6,5 %) z PPF. Veternou eróziou ohrozené lokality poľnohospodárskej pôdy v SR znázorňuje obr. 2 podľa Stred'anského (KLUKANOVA et al. 2002) a hranicu veternou eróziou ohrozenej plochy na Slovensku podľa PASÁKA (1978) uvádzame na obr. 3.

ÚDAJE O REÁLNEJ ERÓZII A INÝCH PROCESOCH FYZIKÁLNEJ DEŠTRUKCIE PÔDY NA SLOVENSKU

Na rozdiel od erózneho ohrozenia, resp. erodovateľnosti (*erodibility*) pôdy v ďalších častiach príspevku v krátkosti prezentujeme údaje o erodovanosti pôdy, resp. zeminy, prípadne o rozsahu a intenzite fyzikálnych pôdodestrukčných javov.

VODNÁ ERÓZIA PÔDY (RÔZNE FORMY AREÁLOVEJ A LINEÁRNEJ ERÓZIE)

Rozsah aktuálnej vodnej erózie poľnohospodárskych pôd na Slovensku podporuje ich vysoká - až 60 % - ná zornosť (BIELEK et al. 2000). Podľa MIDRIAKA et al. (1990) je stredne erodovaných pôd 360 tis. ha (z toho na ornej pôde 236 tis. ha) a silne erodovaných pôd 346 tis. ha (z toho na ornej pôde 70 tis. ha), spolu teda 706 tis. ha, t. j. 28,9 % z poľnohospodárskej pôdy, resp. 306 tis. ha na ornej pôde

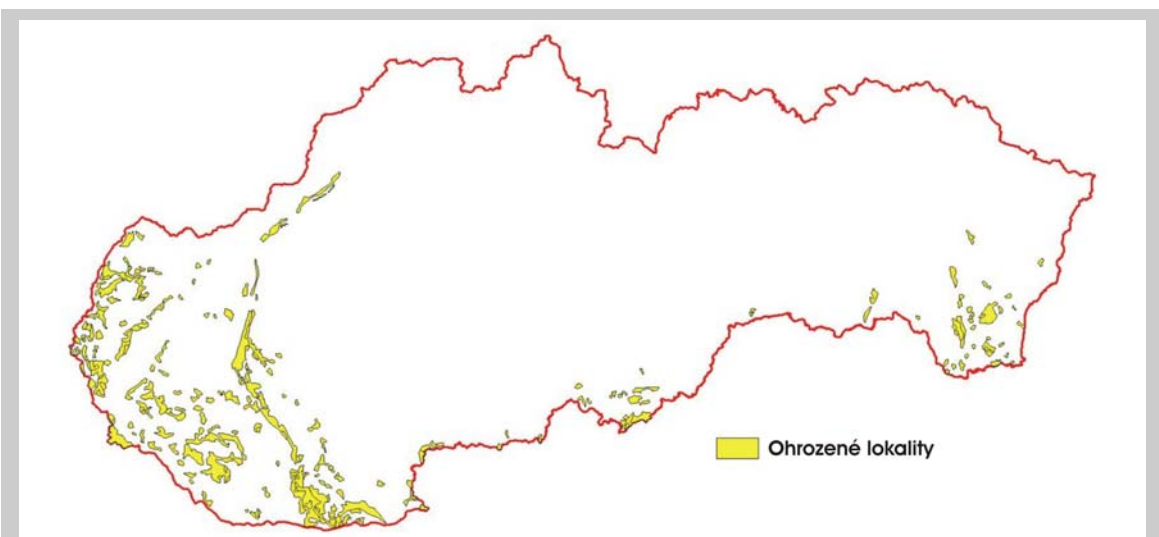
(20,2 % z ornej pôdy). Údaje o aktuálnej vodnej erózii poľnohospodárskych pôd podľa nových prameňov uvádzame v tab. 2.

Reálnu intenzitu procesov vodnej erózie poľnohospodárskych a lesných pôd uvádzajú viacerí autori. MIDRIAK (1983, 1993 a 2001) udáva skutočný odnos pôdy v okopaných \varnothing 3,6 mm.r⁻¹, v obilninách \varnothing 1,8 mm.r⁻¹, v trvalých trávnych porastoch \varnothing 0,06 mm.r⁻¹, na obnaženej pôde nad hornou hranicou lesa \varnothing 3,4 mm.r⁻¹ a v lesných porastoch stredohôr až vyšších horských oblastí (po hornú hranicu lesa) Slovenska od 0,01 do 0,03 mm.r⁻¹. JANSKÝ (1988) na základe skúmania množstva sedimentov v malých vodných nádržiach Slovenska vypočítal priemerný odnos 0,01 až 0,54 mm.r⁻¹ (podľa foriem využívania pôdy a pri lesnatosti povodí od 0 do 60 %). LEHÓTSKÝ a STANKOVIANSKY (1992) uvádzajú odnos 5 cm a max. akumuláciu 10 – 15 cm za 35 – 40 rokov, MIDRIAK s LIPTÁKOM (1995) po 1-ročnej sezóne topenia snehu na oráčine namerali odnos 4,3 až 7,8 mm a nános 4 – 8 cm.

VETERNÁ ERÓZIA PÔDY

Rozsah veternej erózie na poľnohospodárskych pôdach Slovenska stotožňujú JAMBOR a ILAVSKÁ (1998) s rozsahom podľa intenzity erózneho ohrozenia (bez ohrozenia až mierne ohrozené 2 214 tis. ha, stredne ohrozené 114 tis. ha, silne ohrozené 9 tis. ha, extrémne ohrozené veternou eróziou 31 tis. ha - spolu stredne až extrémne ohrozené 6,5 % PPF, resp. 10,5 % ornej pôdy). Podobne je to v práci Stred'anského a Parilákovskej (JAMBOR 2002), ktorí vyčleňujú na piesočnatých pôdach 39 tis. ha, na ľahkých pôdach 210 tis. ha a na stredne ťažkých pôdach 1 719 tis. ha, spolu teda 1 968 tis. ha erózne ohrozených pôd vetrom.

O reálnej intenzite procesov veternej erózie pôdy máme vlastné údaje z oblasti nad hranicou lesa (MIDRIAK 1983). Defláciou sa tam odvíja od 0,00003 do 0,5 mm, priemerne 0,18 mm.r⁻¹.



Obr. 2 Veternou eróziou ohrozené lokality poľnohospodárskych pôd na Slovensku

ROZSAH ZOSUNOV

Údaje jednotlivých autorov o zosunoch v SR sa značne odlišujú. MATULA et al. (1963) udáva celkovú rozlohu zosunov vyše 29 tis. ha (z tzv. bežných a nebezpečných zosunov ~ 87,5 % je 67,6 % na PPF a 25,9 % na LPF). MIDRIAK (1977) uvádza vlastný planimetrický údaj o intenzívnom zosúvaní pôdy (podľa rajonizácie mapy HOLEHO 1970) na LPF 127 tis. ha. Podľa NEMČOKA (1982) je celková plocha svahových porúch na Slovensku 150 tis. ha, z toho devastované územie lúk, pasienkov, ornej pôdy a pôdy lesných porastov, vyše 148 tis. ha. Najnovšie MARTINČEKOVÁ a ŠIMEKOVÁ (2007) uvádzajú až 21 190 svahových deformácií (z toho je 90,2 % zosunov), ktoré porušujú územie celkovej rozlohy 257 591 ha, čo je až 5,25 % rozlohy územia SR!

KRYGÉNNÁ DEŠTRUKCIA PÔDY

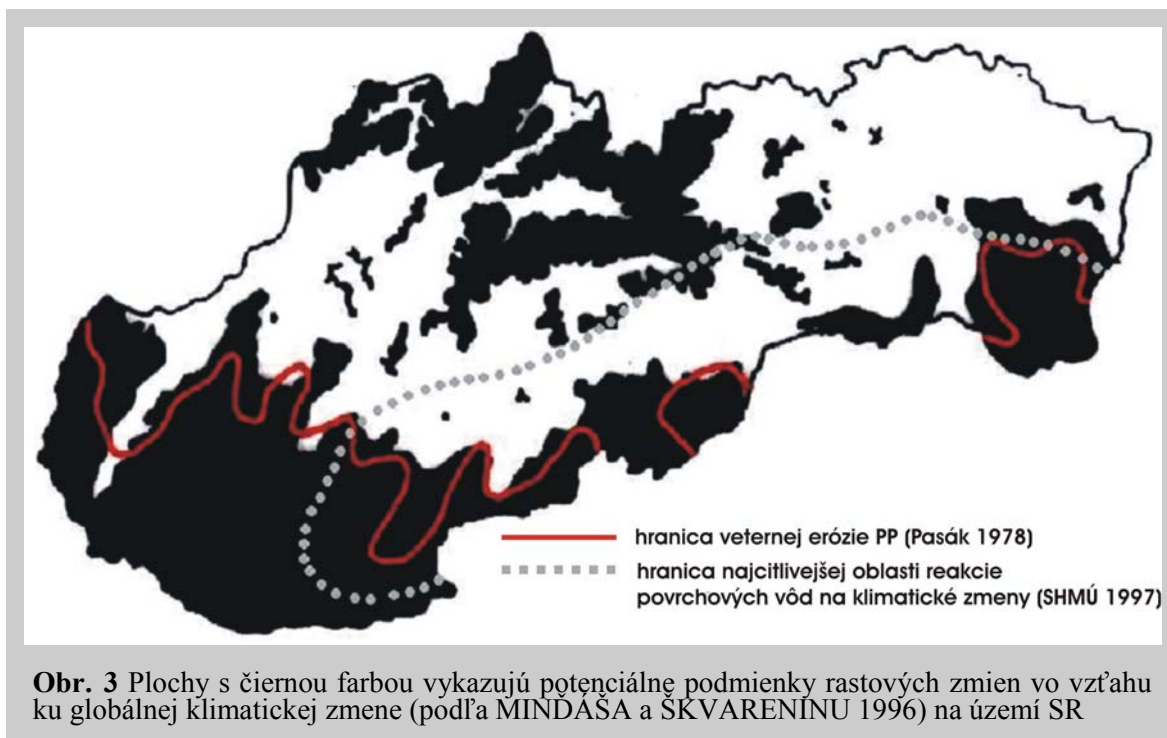
Z publikovaných údajov sa tu obmedzujeme len na zníženie (ústup) obnaženého pôdneho povrchu nad hranicou lesa gelisaltáciou (t.j. činnosťou ihlicovitého pôdneho ľadu), ktoré dosahuje 0,5 až 3,64 mm pri jednom úplnom regelačnom cykle (MIDRIAK 1983).

SPUSTNUTÉ PÔDY

Tieto pôdy pokladáme za vrchol *erózneho zdevastovania povrchu*. Ide o také pôdy, resp. povrchy, na ktorých bola antropogénne odstránená trvalá vegetačná pokrývka a deštruktívnymi procesmi (najmä vodnou a veternou eróziou, zosuvmi - urýchľovanými orbou, pasením, cestami a pod.) bol buď odstránený, stenčený alebo značne pozmenený pôdny plášť, s výrazným príspevom diferencovanej expozičnej klímy. Došlo tak k horizontálnemu aj vertikálnemu prerušeniu celistvosti pôdnej pokrývky (často k zryhovaniu svahových pozemkov), k zníženiu jej úrodnosti a vyradeniu z procesu využívania za účelom získania rastlinnej produkcie. Z hľadiska dynamiky a vývoja krajiny ide podľa nášho názoru buď o proces negatívnej sekundárnej sukcesie (ako prvý - východiskový stupeň cyklickej sukcesie, ktorá bude nasledovať po distorbancii ekosystému až po vytvorenie klimaxového spoločenstva), alebo o vývojový stupeň typu katastrofy, pri ktorom dochádza k ireverzibilnej zmene štruktúry krajiny. Podľa FORMANA a GODRONA (1986) prírodné distorbancie pomáhajú vytvárať heterogenitu krajiny. My k tomu dodávame, že aj vrcholné štádiá spustnutých pôd, ktoré sú výsledkom kombinácie antropozoogénnych a e-

Označenie erózie	LINKEŠ et al. (1997) tis. ha	MŽP SR (2002) % PPF
slabá erózia	1 198	47
stredná erózia	514	22
silná erózia	49	2
extrémna silná erózia	24	1
Spolu vodnou eróziou postihnuté	1 785 tis. ha (73,1 % PPF)	72 % PPF

Tab. 2 Skutočná vodná erózia poľnohospodárskych pôd na Slovensku



Obr. 3 Plochy s čiernou farbou vykazujú potenciálne podmienky rastových zmien vo vzťahu ku globálnej klimatickej zmene (podľa MINDÁŠA a ŠKVARENINU 1996) na území SR

rôznych procesov v užšom zmysle slova, patria taktiež k takýmto disturbanciám povrchu v našej krajine.

ROZSAH A VÝSKYT SPUSTNUTÝCH PÔD NA SLOVENSKU

Po revízii pôdneho fondu k roku 1962 bolo možné (nie však úplne presne) z Generálneho plánu zveľačovania poľnohospodárstva, lesného a vodného hospodárstva usúdiť, že na Slovensku išlo pravdepodobne o rozlohu 219 383 ha spustnutých pôd (MIDRIAK 1965). Tieto pôdy pravdepodobne v spomínanom čase zaznamenali vrchol svojho plošného rozsahu na Slovensku. Dá sa tak sčasti usudzovať aj z práce STANKOVIANSKÉHO (2009). Nikdy však neboli unifikované, ani presnejšie zmapované, preto sa okolo ich výmery začali vyskytovať určité pochybnosti. Najnovšie sme teda nadviazali na jedinú schematickú mapu výskytu spustnutých pôd na Slovensku (JANEČKO et al. 1955) a analyzovali sme ju v prostredí GIS. Podľa tejto analýzy (MIDRIAK 2009) môžeme konštatovať, že k roku 1954 bolo na Slovensku od nížinnej po hornatinovú krajinu asi 70 705 ha spustnutých pôd.

Rozdeľujú sa podľa typu horniny, resp. substrátu, na ktorom sa vytvorili. Ide tak o ich 36 % zastúpenie na paleogénnom flyši (ilovce, slie, pieskovce), takmer 25 % na aluviálnych náplavách, 15 % zastúpenie na karbonátových horninách (na vápencoch, dolomitoch až dolomitických vápencoch), 8 % na silikátových

horninách kryštalinika, vyše 4 % na neovulkanitoch a vyše 12 % na ostatných substrátoch (sprašové hliny, viate piesky, neogénne málo spevnené podložie, zasolené pôdy a i.). Sú rozšírené od kolínneho až po subalpínsky (ojedinele aj alpínsky) stupeň. Najväčšiu rozlohu teda bývalé spustnuté pôdy u nás zaznamenali vo flyšovej oblasti s relatívne ľahšie erodovateľnými pôdami i substrátom, ako aj na aluviálnych náplavách. Značnú výmeru však mali aj na karbonátových horninách, kde sa vytvorili na svahoch len plytké rendziny, čo spolu s ich vysokou priepustnosťou pre vodu a výsušnosťou najmä výslnných svahov viedlo po odstránení trvalej vegetačnej pokrývky k rýchlym eróznym procesom pustnutia.

Častý výskyt spustnutých pôd bol na pasienkoch pod umelo vytlačeným okrajom lesa, v krasových oblastiach, ale aj nad hornou hranicou lesa - tam je ďalších vyše 4 800 ha, t. j. 8,1 % plochy povrchu (MIDRIAK 1983), čím sa zvýšil rozsah spustnutých pôd na Slovensku na cca 75 500 ha. Časť spustnutých pôd (odhaduje sa, že to bola jedna polovica) na Slovensku sa zalesnila.

INTENZITA SEKULÁRNYCH ERÓZNYCH PROCESOV

Na datovateľne odlesnených pozemkoch sme skúmali intenzitu erózie slovenských spustnutých pôd (MIDRIAK 1965 a 1969). Na flyšovom podloží (odlesnené 100 rokov) predstavuje odnos z eróznym rýh $10,7 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{r}^{-1}$,

spolu s plošnou eróziou je to $28,8 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{r}^{-1}$ (teda $2,88 \text{ mm} \cdot \text{r}^{-1}$), na vápencovom podloží (odlesnené 100 rokov) ide o dlhodobú priemernú intenzitu denudácie $1,44 - 2,01 \text{ mm} \cdot \text{r}^{-1}$, na dolomitoch (odlesnené 250 – 300 rokov) odnos z rýh $5,4 - 17,9 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, spolu plošná a ryhová erózia $16,2 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{r}^{-1}$ ($1,62 \text{ mm} \cdot \text{r}^{-1}$), na dolo- mitických vápencoch (odlesnené 200 – 250 rokov) odnos plošnou eróziou $5,2 - 8 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{r}^{-1}$, spolu s ryhovou eróziou $15,9 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{r}^{-1}$ ($1,59 \text{ mm} \cdot \text{r}^{-1}$), na andezitoch (odlesnené 100 – 150 rokov) $15 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{r}^{-1}$ ($1,5 \text{ mm} \cdot \text{r}^{-1}$) a na sprašovej hline (odlesnené 60 rokov) až $317 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{r}^{-1}$ ($31,7 \text{ mm} \cdot \text{r}^{-1}$).

V oblasti nad zníženou hornou hranicou le- sa – v supramontánnom, subalpínskom až v alpínskom stupni našej vysokohorskej kraji- ny – sme namerali priemerné hodnoty intenzity rozličných (najčastejšie integrovaných) eróz- nych procesov na povrchu spustnutých pôd od 0,4 do 42,0 mm za rok.

GLOBALNA KLIMATICKÁ ZMENA A ERÓZIA PÔDY NA SLOVENSKU

Už niekoľko desaťročí je realitou globálna klimatická zmena, s ktorou súvisia viaceré zmeny v ekologických podmienkach krajiny (ANTAL et al. 2002, SOBOCKÁ et al. 2005), s možnosťou vyústenia až do disturbancie eko- systémov typu prírodných katastrof. Za takúto možno pokladať aj eróziu pôdy vtedy, keď po- stihnutá plocha dosiahne z hľadiska kvalitatív- nych a kvantitatívnych znakov poškodenia pôdnej pokrývky nebezpečné parametre cha- rakteru spustnutej pôdy. To by súčasne naruši- lo naše ustálené predstavy o trvalo udržateľ- nom rozvoji územia.

Najzávažnejším predpokladaným krajinno- ekologickým dôsledkom globálnej klimatickej zmeny by mal byť posun hraníc biómov v Eu- rópe na sever o 250 – 300 km a vertikálny vzostup hraníc vegetačných stupňov o 150 – 250 m (SCHLAEPFER et al. 1993). S týmito procesmi by bol bezprostredne zviazaný aj ná- stup stepí, celkové vysušovanie krajiny (a teda možnosť zväčšenia intenzity veternej erózie), dezertifikácia, salinizácia a alkalizácia pôdy a pri častejšej nepravidelnej distribúcii aj mož- nosť výskytu erózne nebezpečných lejakovi- tých zrážok, čo zasa indikuje možnosť zväčše- nia intenzity ronovej, jarčekovej aj výmoľovej erózie (STANKOVIANSKY 1997). To všetko vytvára spolu s antropogénnymi aktivitami podmienky pre opätovné rozširovanie spustnu- tých pôd, a to vo výraznej miere aj v subalpín- skom a alpínskom stupni s plytkými a veľmi plytkými pôdami, čo je obzvlášť veľkým ne-

bezpečím nielen z geomorfologického, ale naj- mä z krajinno-ekologického hľadiska.

Napokon na ilustráciu týchto procesov pri- nášame **obr. 3**. Na ňom sú plošne na základe Holdrigeovho modelu (MINDÁŠ a ŠKVARE- NINA 1996) označené na území Slovenska ob- lasti, v ktorých by malo dôjsť (podľa priemer- nej ročnej bioteploty, priemerného ročného úhrnu zrážok a pomeru potenciálnej evapotran- spirácie k ročnému úhrnu zrážok) k zmene ras- tových podmienok vegetačných formácií. Roz- šírenie týchto oblastí významne koinciduje po- zdĺž južnej a JZ hranice Slovenska s líniou vý- skytu veternej erózie (podľa PASÁKA 1978), pritom aj hranica oblasti s vysokým stupňom citlivosti povrchových vôd na klimatické zme- ny (28 % územia SR) podľa SHMÚ (1997) sig- nalizuje situovanie vysušovania, dezertifikácie krajiny atď. a možnosti rozširovania erodova- ných spustnutých pôd najmä v nížinách, kotli- nách a stredohoriach južného a JV Slovenska.

POĎAKOVANIE

Táto práca bola financovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja – projekt APVV 0591 – 07 “Spustnuté pôdy a pustnutie krajiny Slovenska”.

LITERATÚRA

- ANTAL, J. ed. (2002). *Očakávané globálne zmeny klímy a ich možný dopad na vodný re- žim, poľné a lesné hospodárstvo*. Zborník č. 27, SAPV, Nitra.
- ARMAND, D. L. (1956). *Antropogennyje ero- zijonnyje processy. Sel'skochoz'ijajstvennaja erozija i borba s nej*. Moskva.
- BENNETT, H. H. (1939). *Soil conservation*. McGraw - Hill Book Co. New York – London.
- BIELEK, P. et al. (2000). *Jubilejná správa o pôde Slovenskej republiky a činnosti Výskum- ného ústavu pôdoznalectva a ochrany pôdy v Bratislave*. Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy (VUPOP), Bratislava.
- CLARK, A. N. (1990). *Dictionary of Geogra- phy*. Penguin Books, London.
- ČABART, J. et al. (1959). *Naučný slovník lesnícký. I. díl A - I*. Vyd. ČSAZV ve SZN, Praha.
- FORMAN, R.T.T., GODRON, M. (1986). *Landscape Ecology*. John Wiley et Sons., Inc.
- FULAJTÁR, E., JANSKÝ, L. (2001). *Vodná erózia pôdy a protierózna ochrana*. Výskumný

- ústav pôdoznavectva a ochrany pôdy (VÚPOP), Bratislava.
- HOLÝ, M. (1970). *Vodní eroze půdy v ČSSR*. MZLVH, Praha.
- HRAŠKO, J., BEDRNA, Z. (1988). *Aplikované pôdoznavectvo*. Príroda, Bratislava.
- HUDSON, N. (1981). *Soil Conservation*. Batsford Academic and Educational Ltd., London.
- IVANOVÁ-ŠALINGOVÁ, M., MANÍKOVÁ, Z. (1990). *Slovník cudzích slov. A/Z*. Slovenské pedagogické nakladateľstvo (SPN), Bratislava.
- JAMBOR, P. (2002). Water and wind erosion upon Slovakian soils. In Jambor, P. ed. *Vedecké práce č. 25, Proceedings No. 25*. Výskumný ústav pôdoznavectva a ochrany pôdy (VÚPOP), Bratislava, 41–46.
- JAMBOR, P., ILAVSKÁ, B. (1998). *Metodika protierózneho obrábania pôdy*. Výskumný ústav pôdnej úrodnosti (VÚPÚ), Bratislava.
- JANEČKO, E., KRÉBES, K., CIFRA, J. (1955). *Spustnuté pôdy a ich zalesňovanie*. SVPL, Bratislava.
- JANSKÝ, L. (1988). *Význam lesa pri ochrane malých vodných nádrží pred zanášaním*. Kandidátska dizertačná práca, Lesnícka fakulta Vysokej školy lesníckej a drevárskej, Zvolen.
- JŮVA, K., KLEČKA, A., ZACHAR, D. (1975). *Půdní fond ČSSR*. Academia, Praha.
- KLUKANOVÁ, A., LIŠČÁK, P., HRAŠNA, M., STREĎANSKÝ, J. (2002). Vybrané geodynamické javy. In *Atlas krajiny Slovenskej republiky*. MŽP SR Bratislava, SAŽP Banská Bystrica a Esprit Banská Štiavnica.
- LEHOTSKÝ, M., GREŠKOVÁ, A. (2003). Geomorphology, fluvial geosystems and riverine landscape (methodological aspects). *Geomorphologia Slovaca*, 3, 2, 46–59.
- LEHOTSKÝ, M., STANKOVIANSKY, M. (1992). Detekcia zrážkových eróznno-akumulačných procesov na základe stanovenia obsahu izotopu Cs-137 v pôdnom profile. *Geografický časopis*, 44, 3, 273–287.
- LINKEŠ, V. et al. (1997). *Monitoring pôd Slovenskej republiky. Súčasný stav monitorovacích vlastností pôd*. Výskumný ústav pôdnej úrodnosti, Bratislava.
- MARTINČEKOVÁ, T., ŠIMEKOVÁ, J. eds. (2007). *Atlas máp stability svahov SR v M 1:50 000*. Záverečná správa z orientačného prieskumu. INGEO – ighp, spol. s r. o., Žilina.
- MATULA, V. et al. (1963). *Sesuvná území ČSSR*. Souhr. záv. zpr., UÚS, Praha.
- MIDRIAK, R. (1965). *Erózia spustnutých pôd na Slovensku*. Kandidátska dizertačná práca, Výskumný ústav lesného hospodárstva, Zvolen.
- MIDRIAK, R. (1967). Erozívna devastácia a degradácia pôdy v juhozápadnom predhorí Poloninských Karpát. *Vedecké práce VÚLH vo Zvolene*, 9, 45–80.
- MIDRIAK, R. (1969). *Erózia spustnutých pôd karbonátových podloží na Slovensku*. Náuka o Zemi IV, Pedologica 5, SAV Bratislava.
- MIDRIAK, R. (1977). Potenciálna erózia lesnej pôdy ČSSR. *Vedecké práce VÚLH vo Zvolene*, 25, 203–228.
- MIDRIAK, R. (1983). *Morfogenéza povrchu vysokých pohorí*. Veda, Bratislava.
- MIDRIAK, R. (1993). Povrchový odtok a erózne pôdne straty v lesných porastoch Slovenska. *Acta Facultatis Forestalis, Zvolen*, 35, 71–86.
- MIDRIAK, R. (2001). Podhorské a horské oblasti Slovenska - hodnotenie erózneho ohrozenia a deštrukcie pôdy podľa geoeologických typov a súčasného využitia zeme. *Acta Universitatis Purkynianae, 73, Studia oecologica*, 12, Ústí nad Labem, 79–84.
- MIDRIAK, R. (2002). Potenciálna vodná erózia pôdy (podľa R. K. Frewerta, K. Zdražila a O. Stehlíka). In *Atlas krajiny Slovenskej republiky*. MŽP SR Bratislava, SAŽP Banská Bystrica a Esprit Banská Štiavnica.
- MIDRIAK, R. (2009). Analýza krajinnoekologických aspektov bývalých slovenských spustnutých plôch. In Klikušovská, Z., Sviček, M., eds. *Environmentálne indexy a indikátory analýzy a hodnotenia krajiny 2009 (Terénny prieskum, modelovanie a diaľkový prieskum Zeme ako alternatívne zdroje údajov)*. Zborník príspevkov z vedeckého seminára, Výskumný ústav pôdoznavectva a ochrany pôdy, Slovenská akadémia pôdohospodárskych vied, Bratislava 5.11.2009. Výskumný ústav pôdoznavectva a ochrany pôdy, Bratislava, 73–81.
- MIDRIAK, R., LINKEŠ, V., STANKOVIANSKY, M. (1990). Ochrana pôdneho fondu pred eróziou. Súčasný stav výskumu erózie pôdy na Slovensku - vybrané výsledky. *Geografický časopis*, 42, 2, 220–224.
- MIDRIAK, R., LIPTÁK, J. (1995). Erosion and reforestation of abandoned lands in the

- Slovak Karst Biosphere Reserve. *Ekológia*, (Bratislava), Suppl. 2/1995, 111 – 124.
- MINĎÁŠ, J., ŠKVARENINA, J. (1996). Analýza zmien klimatických podmienok lesných spoločenstiev podľa scenárov Global Circulation Models (GCMs). *Vedecké práce LVÚ vo Zvolene*, 41, 9 – 14.
- MŽP SR (2002). *Národná správa o trvalo udržateľnom rozvoji v Slovenskej republike*. Ministerstvo životného prostredia, Bratislava.
- NEMČOK, A. (1982). *Zosuvy v slovenských Karpatoch*. Veda, Bratislava.
- PASÁK, V. (1978). *Větrná eroze půdy*. Doktorská dizertační práce, Výzkumný ústav meliorací, Praha.
- PROCHÁZKA, V. ed. (1962). *Průruční slovník naučný. A - F. I. díl*. Československá akademie věd, Praha.
- SHMÚ (1997). *Klimatická zmena, jej dôsledky a adaptačné opatrenia*. Slovenský hydrometeorologický ústav, Bratislava.
- SCHLAEPFER, R. et al. (1993). *Long-term implications of climate change and air pollution on forest ecosystems*. Progress report of the IUFRO Task Force „Forest, Climate Change and Air Pollution“. Vienna, IUFRO; Birmensdorf, WSL. IUFRO World Series.
- SITENSKÝ, F. (1905). *Hospodářský slovník naučný. A - H. Díl I*. Nakl. F. Šimačka, Praha.
- SOBOCKÁ, J., ŠURINA, B., TORMA, S., DODOK, R. (2005). *Klimatická zmena a jej možné dopady na pôdny fond Slovenska*. Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, Bratislava.
- STANKOVIANSKY, M. (1983). Smery výskumu súčasných exogénnych reliéfových procesov na Slovensku a pokus o ich klasifikáciu. *Geografický časopis*, 35, 4, 419 – 425.
- STANKOVIANSKY, M. (1997). Geomorfologický efekt extrémnych zrážok (Príkladová štúdia). *Geografický časopis*, 50, 3 – 4, 235 – 246.
- STANKOVIANSKY, M. (2009). Výmoľová erózia a bahenné povodne – významné procesy devastácie krajiny. In Zaušková, Ľ. ed. *Zborník referátov z vedeckého seminára ÚVV UMB (Banská Bystrica, 9. September 2009)*. Ústav vedy a výskumu Univerzity Mateja Bela, Banská Bystrica, 220 – 232.
- STEHLÍK, O. (1970). *Geografická rajonizace eroze půdy v ČSR. Metodika zpracování*. Študia Geographica, 13, Geografický ústav ČSAV, Brno.
- STYK, J. (2002). Monitoring vplyvu vodnej erózie na zmeny vybraných vlastností pôd. In Kobza, J. ed. *Monitoring pôd SR. Aktuál. stav a vývoj monitor. pôd. Výsl. z čiastk. monitor. systému - Pôda za obdobie 1997 - 2001 (2. cyklus)*. Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, Bratislava, 142 – 159.
- SWEETING, M. (1972). *Karst landforms*. McMillan, London.
- ŠÁLY, R., MIDRIAK, R. (1995). Water erosion in Slovakia. *Proceed. Soil Fertil. Res. Inst.*, Bratislava, 19/I, 169 – 175.
- VILČEK, J., HRONEC, O., BEDRNA, Z. (2005). *Environmentálna pedológia*. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre a Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy v Bratislave.
- WHITTOW, J. (1984). *Dictionary of Physical Geography*. Penguin Books, London.
- ZACHAR, D. (1970). *Erózia pôdy*. Slovenská akadémia vied, Bratislava.
- ZACHAR, D. (1982). *Soil erosion*. Elsevier Sci. Publ. Co., Amsterdam - Oxford - New York.